

GRAVİTE ANOMALİLERİNİN DOĞRUDAN YORUM YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ : HASANKALE - HORASAN BÖLGESİNDEN BİR UYGULAMA

Ali AYDIN

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 20017/Kınıklı/Denizli

Geliş Tarihi : 09.09.2004

ÖZET

Bu çalışmada, Normalize edilmiş Tam Gradyan (NTG), Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemler kullanılarak, gravite verilerinin değerlendirilmesine çalışılmıştır. NTG verilerinin aşağı doğru analitik uzanımı yapılarak teorik anomaliler üzerinde hidrokarbon varlığının NTG kesitlerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemlerden, teorik anomaliler üzerinde hidrokarbon varlığının eğri üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Ortaya konulan bu yöntemlerin bir uygulaması olarak, Hasankale-Horasan petrol sahası gravite verileri NTG yöntemi, Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemler kullanılarak hidrokarbon içeriği konusunda önemli sonuçlara varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Gravite, Normalize edilmiş tam gradyan (NTG), Andreev-Griffin varyasyon

EVALUATION OF GRAVITY ANOMALIES BY DIRECT INTERPRETATION TECHNIQUES: AN APPLICATION FROM HASANKALE-HORASAN REGION

ABSTRACT

In this study, by using Normalized Full Gradient (NFG), Andreev-Griffin variation and statistical methods, gravity data were evaluated. The influences of hydrocarbon existence on theoretical anomalies were produced by performing analytical downward continuation of the NFG field. With performing Andreev-Griffin variation and statistical methods, the affect of existence of hydrocarbons on curvature of theoretical anomalies was observed. In the study area, Hasankale-Horasan, along the one profile measured gravity data were processed and interpreted by NFG, Andreev-Griffin variation and statistical methods. As a result of this study, by using NFG, Andreev-Griffin variation and statistical methods, potential hydrocarbon existence areas along the profile have been identified.

Key Words : Gravity anomalies, Normalized Full Gradient (NFG), Andreev-Griffin variation

1. GİRİŞ

Genellikle gravite yöntemi hidrokarbon arama amaçlı çalışmalarda sismik yöntemle yardımcı yöntem olarak kullanılmaktadır. Sismik kesitlerden elde edilen yeraltının jeolojik modeli kullanılarak, bu modele ait gravite alanı hesaplanır. Hesaplanan

bu alan değerleri gözlenen gravite alanı ile karşılaştırılarak hidrokarbon içeren yapılar tespit edilebilir. Gravite verilerinin hidrokarbon aramalarında kullanımına yönelik çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Gravite alanının ikinci türevi, aşağı doğru analitik uzanımı, yatay gradyant vektörü, Andreev-Griffin varyasyon yöntemi, istatistik yöntemler ve normalize edilmiş tam gradyan

değerlerinin aşağı doğru analitik uzanımı en çok kullanılan yöntemlerdendir (Griffin, 1949; Andreev and Klushin, 1962; Berezkin, 1973; Mudretsova, 1984; Molovichko et al., 1989; Lyatsky et al., 1992, Aydın, 1997, Aydın ve ark., 1997a, b). Bu çalışmalara ek olarak, gravite verisi ile birlikte manyetik verilerin de değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur (Aydın, 2000; Paşteka, 2000; Aydın ve ark., 2002a, b).

Petrol ve gaz rezervuarlarının gravite anomalisi, çok zayıf olarak ortaya çıktığından, hidrokarbon arama amaçlı gravite etüdülerinde, gravite verilerinin özel olarak işlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Normalize edilmiş Tam Gradyan (NTG) yöntemi, Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemler açıklanmıştır. NTG yönteminde kullanılan gravite verilerinin Fourier açılımı katsayıları Filon yöntemi (Davis and Rabinowitz, 1989) ile hesaplanarak NTG verileri elde edilmiştir. Daha sonra NTG verilerinin aşağı doğru analitik uzanımı yapılarak model hesaplamaları ile hidrokarbon varlığının NTG kesitlerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Ayrıca, Hasankale-Horasan petrol sahasından alınan gravite verileri NTG, Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemler kullanılarak hidrokarbon varlığı açısından yorumlanmıştır

2. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. NTG Yöntemi

Bu yöntem, gravite verilerinin normalize edilmiş tam gradyan değerlerinin aşağı doğru analitik uzanımına dayanmaktadır. Analitik uzanım, ölçülen gravite alanında birbirinden ayırt edilemeyen yapıların anomalilerini ayırt etmektedir. Gravite potansiyeli ve türevleri ise anomaliye neden olan kütle yakınındaki tekil (\pm) noktalarda analitiklik özelliklerini kayıp etmektedirler. Kütlelerin içerisine veya kenarlarına düşen tekil noktaların bilinmesi, anomaliye neden olan kütlelerin geometrisini ve konumunu belirlemeye yarar. Gözlenen gravite verilerinin aşağı doğru analitik uzanım değerlerinde anomaliye neden olan kütle geçilirken düzensiz değişimler gösterir. Bu düzensiz değişimlerin başlangıç değeri, anomaliye neden olan kütlelerin üst yüzeyine olan derinliği belirtmektedir. Gravite değerlerindeki hataların aşağı doğru analitik uzanım değerlerinde derinlik arttıkça daha etkili olması ise bu yöntemin kullanımını sınırlar.

Berezkin (1973) ise gözlenen gravite değerlerinin yatay ve düşey türevlerinden yararlanarak bu sınırlamadan etkilenmeyen bir tam gradyan fonksiyonu tanımlamıştır. Strakhov et al. (1977) çalışmalarında bu fonksiyonun varlığını ispatlamıştır. NTG değerlerinin aşağı doğru analitik uzanım yöntemi Rusya ve Azerbaycan'da bazı sahalarda hidrokarbon aramalarında başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Berezkin, 1973; Berezkin et al., 1978; Mudretsova et al., 1979; Berezkin, 1988; Molovichko et al., 1989; Berezkin and Filatov, 1992).

Gözlem fonksiyonunun Fourier serisine açılması için Fourier katsayıların sinüs bileşeni olan,

$$B_n = \frac{1}{L} \int_0^L \Delta g(x,0) \sin \frac{\pi n x}{L} dx \quad (1)$$

formülünden yararlanılarak,

$$\Delta g(x,z) = \sum_{n=N_1}^{N_2} B_n \sin \frac{\pi n x}{L} e^{-\frac{\pi n z}{L}} q \quad (2)$$

değerleri elde edilir. L profilin boyunu, N_1 ve N_2 başlangıç ve bitiş harmoniklerini, μ ise süzgeçleme fonksiyonunun derecesini göstermektedir. Bu çalışmada yapılan denemeler sonucu $\mu=2$ olarak alınmıştır. Formüldeki B_n Fourier katsayılarını daha duyarlı olarak hesaplayabilmek için Filon formülü kullanılmıştır. Filon yöntemiyle Fourier katsayıları hesaplanarak, direk yorum ve yoğunluk sınırları belirleme yöntemine uygulayarak etkin sonuçlar elde etmişlerdir (Aydın, 1997; Aydın ve ark., 2002a). $\Delta g(x,z)$ formülünde yer alan verilerin ayrık olmasından, rasgele hataların bulunmasından, gözlem aralığının sınırlı olmamasından ve benzer hatalardan dolayı kararlı davranmamaktadır. Bu değerler, kararlılığı artırmak amacıyla (0, L) aralığında hesaplanan sinüs açılımı q katsayısı,

$$q = \left(\frac{\sin \frac{\pi n}{N}}{\frac{\pi n}{N}} \right)^\mu \quad (3)$$

ile çarpılır. Bu çarpan elde edilen eğriyi düzleştirici etki yapar. Burada $\Delta g(x,0)$ yer yüzünde ölçülen gravite değerleri olmak üzere, bunlardan hesaplanan ve $\Delta g(x,z)$ alan değerinden, yatay ve düşey türevler sırasıyla $\Delta g_x(x_i, y_i)$ ve $\Delta g_z(x_i, y_i)$ hesaplanır. NTG fonksiyonu:

$$G_{\Delta g}(x_i, z_j) = \frac{\sqrt{\Delta g_x^2(x_i, z_j) + \Delta g_z^2(x_i, z_j)}}{\frac{1}{M} \sum_{i=0}^M \sqrt{\Delta g_x^2(x_i, z_j) + \Delta g_z^2(x_i, z_j)}} \quad (4)$$

formülü ile tanımlanmıştır. M ölçü noktalarının sayısı olup, Oz eksenine aşağı doğrudur.

NTG yönteminden güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için; profil boyunun tahmini kütle derinliğinin 8-10 katı olması, ölçüm noktalarının aralıklarının 500 metre ve daha küçük olması, ölçü duyarlıklarının 0.02 mgal'den küçük olması, ölçü profilinin bir hat boyunca ve topografyanın az değişken olması gibi koşullara ihtiyaç vardır.

Ölçülen gravite verileri NTG kesitlerinde tekil (\pm) noktalar iç içe pozitif veya negatif kapanımlar şeklinde ortaya çıkmaktadır. NTG alanı 1'e yakın değer alması nedeni ile, bunlardan 1'den küçük olanlar negatif, 1'den büyükler ise pozitif kapanımlar olarak kabul edilir.

2. 2. Andreev-Griffin Varyasyon Yöntemi

Bir jeolojik kesitteki yoğunluk değişmelerini ortaya çıkarmak amacıyla, profil boyunca alınmış yüksek duyarlılıktaki gravite verileri için ($\Delta g(x)$) Griffin (1949) ilk kez,

$$\delta \Delta g(x) = \Delta g(x) - \frac{\Delta g(x + \ell) + \Delta g(x - \ell)}{2} \quad (5)$$

bağıntısıyla varyasyon hesaplamaları yönünde çalışmalar yapmıştır. Burada ℓ varyasyon hesaplama aralığını göstermekte olup, bölgenin jeolojik durumuna, anomalinin karakterine bağlı olarak seçilmektedir ve ölçüm aralığının bir kaç katı olabilmektedir ($\ell = n\Delta x$, $n = 1, 2, 3, \dots, 10$). ℓ artım aralığı küçük olduğunda alınacak varyasyon eğrisi yüksek frekanslı olur ve yorumu zorlaşır. Bu nedenle bu eğrinin daha geniş periyotta gözlenebilmesi gerekmektedir. Bu yöntem iki boyutlu alanlar için Andreev and Klushin (1962) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraları yüksek frekans ve yorum kolaylığı sağlamak amacıyla Mudretsova et al. (1979) tarafından,

$$\delta \Delta g_n(x) = \frac{\Delta g(x) + \Delta g(x + \ell) + \Delta g(x - \ell)}{3} - \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=2}^n \Delta g(x + i\ell) + \sum_{i=2}^n \Delta g(x - i\ell) \right] \quad (6)$$

formül önerilmiştir. Burada denklemde n değeri (2-15) aralığında değişmektedir. Bu formülden elde

edilen eğri varyasyonuna göre daha doğrusallaştırılmış formda olacaktır. Varyasyon eğrileri anomal kütle varlığını, efektif yoğunluğu tayin etmekte ve petrol-gaz hazneleri üzerinde genellikle minimum göstermektedir. Bu sebeple petrol-gaz bölgelerinin araştırılmasında kullanılmıştır

2. 3. İstatistik Yöntem

Bu yöntemin esası ölçülmüş gravite verilerinin kayan pencere yöntemiyle elde edilen değerlerinden bulunan dispersiyon eğrisinin yorumuna dayanmaktadır. n boyunda pencere oluşturularak bir profil boyunca ölçülen Δg_i değerlerinden,

$$D(\Delta g)_i = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta g_i - \overline{\Delta g})^2 \quad (7)$$

bağıntısıyla dispersiyon değerleri hesaplanır. Burada $\overline{\Delta g}$ pencere içerisindeki verilerin ortalama değeri olup

$$\overline{\Delta g} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta g_i \quad (8)$$

şeklinde tanımlanır. Ölçü değerleri çok fazla olduğu zaman, ölçü noktaları sayısından yaklaşık 10 defa küçük olan pencere seçilir ve bu pencere için dispersiyon değeri formülden hesaplanarak ortadaki noktanın değeri olarak yazılır. Bu pencere bir adım kaydırılarak diğer noktalar için hesaplama yapılarak dispersiyon eğrisi oluşturulur. Bu kural uygulanarak elde edilecek dispersiyon eğrisi genellikle petrol gaz bölgeleri üzerinde maksimum değer vermektedir (Molovichko et al., 1989).

3. MODELLEME

Karşılaşılan pek çok katmanlı jeolojik yapı için NTG kesitlerinin etkilerini ortaya koymak amacıyla tabakalı ortamda yer alan hazne içeren ve içermeyen bir model yapı ele alınmıştır. Bu jeolojik yapı için hesaplanan $\Delta g(x,y)$ eğrileri, 11, 15 ve 21 artım aralıkları için Andreev-Griffin varyasyon eğrileri, 11, 15 ve 21 pencere boyları için dispersiyon eğrileri, değişik harmonikler içinde NTG kesitleri sırasıyla hidrokarbon içeren ve içermeyen jeolojik yapılar için hesaplanmış ve Şekil 1'de verilmiştir.

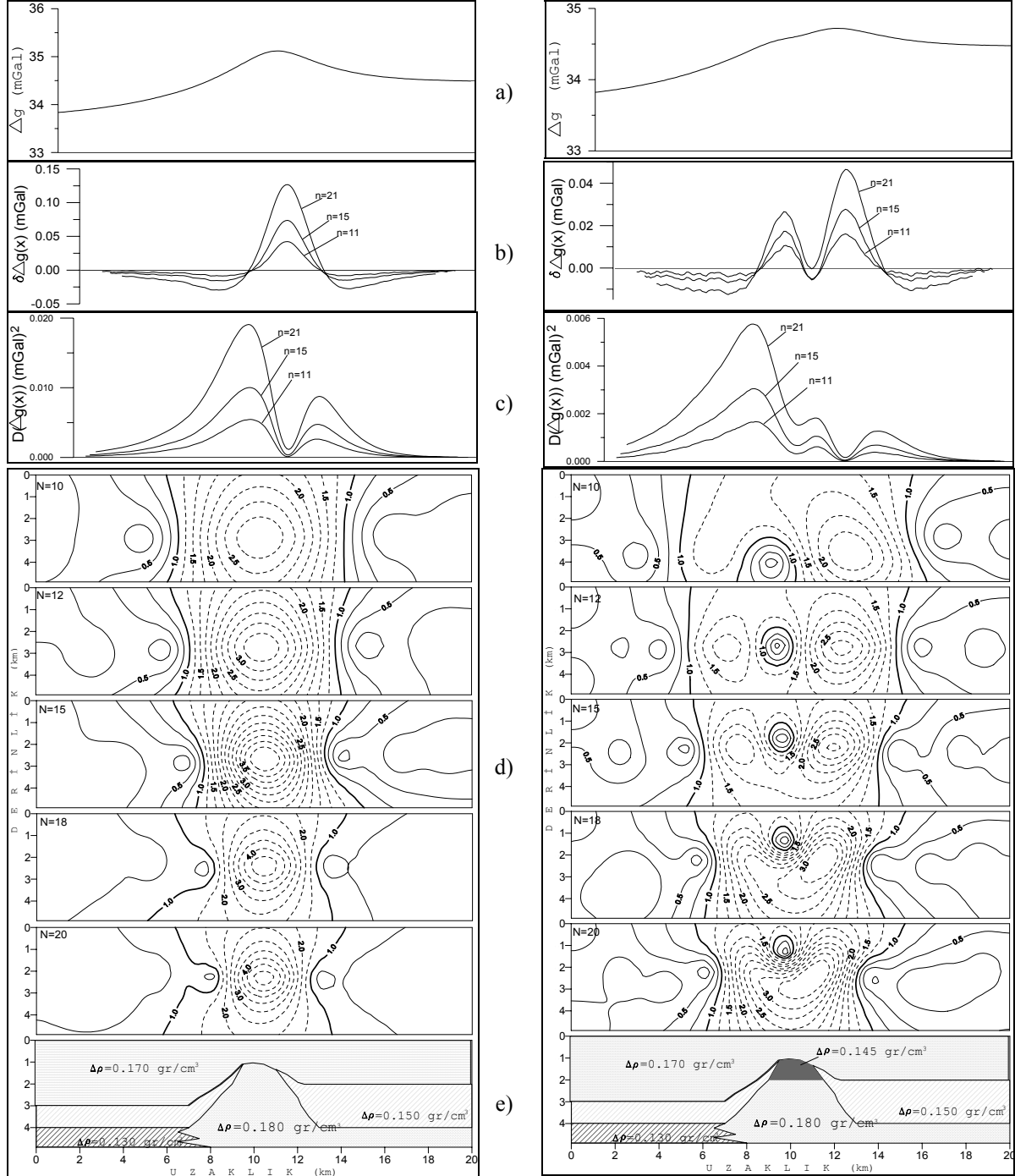
Modelde bir antiklinal yapısı ve bu yapının hidrokarbon içermesi hali irdelenmiştir. Modelde antiklinalin tepe derinliği 1 km olup, yapılara ait yoğunluk farkları şekil üzerinde verilmektedir. Model yapının gravite anomalisi hesabı için, iki boyutlu gelişigüzel şekle sahip cisimlerin gravite anomalilerinin hesaplandığı Talwani yönteminden yararlanılmıştır (Talwani et al., 1959). $\Delta g(x,0)$

eğrileri şekil ve değer bakımından birbirine yaklaşık benzer olmakla birlikte, hazne yapının etkisi çok az görülmektedir.

Bu jeolojik yapı için, 11, 15 ve 21 artım aralıkları ile hesaplanmış Andreev-Griffin varyasyon eğrilerine bakıldığında, hazne içermeyen yapı üzerinde tek bir

maksimum varken, hazne içermesi durumunda minimum değerler göstermektedir (Şekil 1b).

$n = 11, 15$ ve 21 pencere boyları için elde edilmiş dispersiyon eğrilerine bakıldığında hazneye karşılık gelen bu kısımda, eğri üzerinde ikinci bir minimum oluşmuştur (Şekil 1c).



Şekil 1. Direk yorum yöntemlerinin model verisine uygulanması. Şekilde hidrokarbon içeren ve hidrokarbon içermeyen jeolojik modeller için hesaplanmış a) $\Delta g(x,y)$ eğrileri, b) 11,15 ve 21 artım aralıkları ile hesaplanmış Andreev-Griffin varyasyon eğrileri, c) 11,15 ve 21 pencere boyları için elde edilmiş dispersiyon eğrileri, d) değişik harmonikler için hesaplanmış NTG kesitleri ve e) hidrokarbon içeren ve içermeyen jeolojik modeller

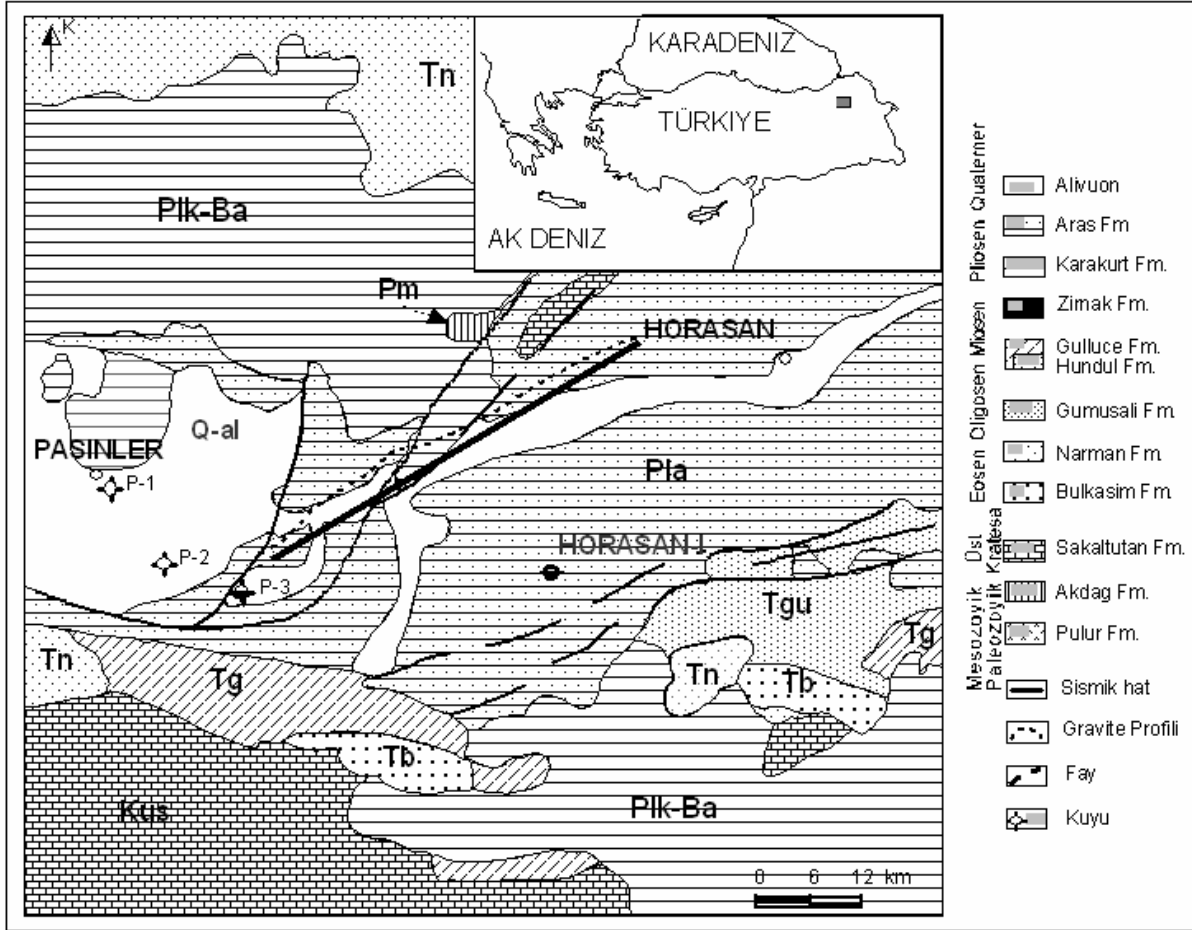
Hazne içermeyen yapı için N = 10, 12, 15, 18 ve 20 harmoniklerinde maksimum tekil noktaların değerleri sırasıyla 2.37, 2.68, 3.13, 3.42 ve 3.40 olmaktadır (Şekil 1c). Maksimum tekil noktaların derinlikleri, antiklinal doruğunun hemen altında çıkmaktadır. Yapının hidrokarbon içermesi durumunda, N=10 harmoniğinden başlayarak tüm harmoniklerde haznenin etkisi görülmektedir. N = 12 harmoniğinde haznenin hemen üzerinde iki maksimum arasında gözlenen minimum tekil nokta, N=15 harmoniğinde hazne derinliği ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

Hazne içeren ve içermeyen modellere ait gravite anomalileri her üç yöntemle değerlendirildiğinde,

haznenin hidrokarbon varlığını başarılı bir şekilde ortaya koymaktadır.

4. HASANKALE-HORASAN BÖLGESİNİN JEOLJİSİ

İnceleme alanındaki jeolojik çalışmalar MTA ve TPAO tarafından yapılmış olup, bu çalışmaların sonuçları hidrokarbon açısından kaynak kaya olabilecek birimlerin bu bölgede varlığını ortaya koymuştur (Pelin ve ark., 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981). Çalışma sahasının Jeoloji haritası Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Çalışma alanı, jeolojisi ve değerlendirme profilinin uzanımı (Şaroğlu ve ark., 1981)

Çalışma alanında Kop ve Palandöken dağlarını oluşturan ofiyolit ve ofiyolitik melanj temeli oluşturmaktadır. Üste ise Eosen'den Kuvaterner sonuna kadar olan jeolojik birimler gözlenmektedir. Arazide fliş fasiyesinde gelişen Eosen yaşlı Bulkasım Formasyonu üzerine geçişli olarak,

volkanik ve volkanoklastiklerden kurulu Narman Formasyonu yer almaktadır. Pasinler civarında ise, Narman ve Bulkasım Formasyonları üzerine uyumsuz olarak, Miyosen yaşlı Güllüce Formasyonu gelir. Karasal, akarsu ve bataklık ortamlarında gelişmiş kaba çakıltı, kumtaşı, seyl litolojilerinden

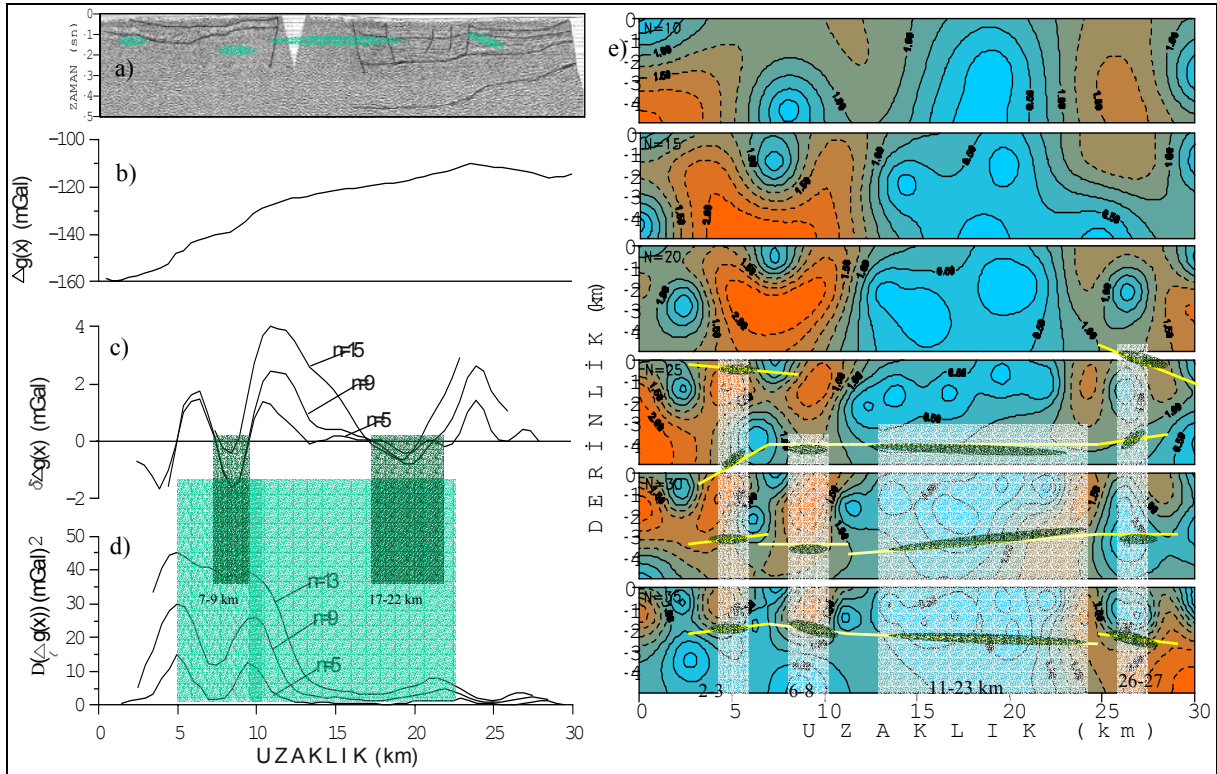
kurulu Penek ve Kömürlü üyelerine ait birimler ise yine Güllüce Formasyonu eşleştiği, Miyosen yaşlı Aşkale Formasyonu'na ait, sıg denizel-gösel çökellerden kurulu birimlerce, uyumsuz olarak üstlenirler. Volkanik, volkanoklastik ve marn-çakıtaşı litolojilerden oluşan, Pliosen yaşlı Aras Formasyonu, diğer birimleri uyumsuz olarak örter. Üste Kuvaterner yaşlı çakıtaşı, miltaşı, kumtaşı birimlerinden oluşan alüvyon, tüm birimleri, uyumsuz olarak örtmektedir. Bölgedeki sedimanın kalınlığı yaklaşık 6.5 km olup, bu kalınlık stratigrafik kesitlerden alınan birimlerin toplamıdır (Şaroğlu ve Güner, 1981).

5. UYGULAMA

NTG, Andreev-Griffin varyasyon ve istatistik yöntemlerin saha verisine uygulanarak, petrol arama çalışmalarında birlikte kullanılmalarının yoruma etkinliğini görmek amacıyla, Hasankale-Horasan baseninde seçilen bir test profiline uygulanmıştır.

Profilin bulunduğu sahada sismik çalışmalar ve araştırma kuyuları açılmıştır. Kristalin temel derinliği 6.3 km ye ulaşan Hasankale baseninde yapılan çalışmalar, bu bölgenin hidrokarbon açısından ümitli olduğunu ortaya koymuştur (Pelin ve ark., 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981). Yapılan bu çalışmalarda hidrokarbon varlığı bakımından hedef seviyeler mercer altına alınmışlardır. Bu hedef seviyeler ise, Karakurt ve Zırnak formasyonları içerisinde bulunan ve marnlı seviyelerle örtülmüş olan kireçtaşı ve dolomitmikrit birimleridir. Bu birimler hedef kabul edilerek, Horasan I kuyusu açılmış, kuyuda petrol emaresine rastlanmıştır.

Düz bir hat boyunca gravite ölçülerinin alındığı A-B profile ait $\Delta g(x,z)$ Bouguer anomalisi (Şekil 3b), Andreev-Griffin varyasyon (Şekil 3c) ve dispersiyon eğrileri (Şekil 3d), sismik kesit (Şekil 3a) ve $N = 10$, $N = 15$, $N = 20$, $N = 25$, $N = 30$ ve $N = 35$ harmonikleri için hesaplanan NTG alan dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.



a) Gravite profiline yaklaşık paralel uzanan yorumlanmış sismik kesiti, b) $\Delta g(x, z)$; c) 5, 9 ve 15 artım aralıkları ile hesaplanmış Andreev-Griffin varyasyon; d) 5, 9 ve 13 pencere boyları için elde edilmiş dispersiyon eğrileri; e) A-B profiline ait $\Delta g(x)$ verilerinden değişik harmonikler için hesaplanmış NTG kesitleri

Şekil 3. Direk yorum yöntemlerinin bir saha verisine uygulanması

Erzurum-Hasankale-Horasan havzasında yer alan A-B profil 30 km boyunca olup, Güneybatı-Kuzeydoğu sismik hattı ile hemen hemen aynı doğrultudadır (Şekil 2). Profilin tamamı alüvyon birimi üzerinde yer almakta olup, stratigrafik olarak Jura yaşlı Mudurnu Formasyonu üzerine Kratese yaşlı Sakaltutan Ofiyolitleri uyumlu olarak gelmektedir. Profilin başlangıcında faylanmalarla kesilmiş Eosen yaşlı Bulkasım Formasyonu, Pliosen yaşlı Karakurt Formasyonu ile uyumsuzca örtülmekte olup bu birimin üzeri Aras Formasyonu ile birlikte Kuvaterner yaşlı alüvyon serisi örtmektedir.

Profile ait gravite anomalisinde yaklaşık 50 mGal'lık bir değişim görülmektedir. Yorumlanmış sismik kesitten profilin ortasında yüksek yoğunluklu bir yükselime işaret etmektedir. 10 ve 25 km'lerde de bir fayın var olduğu anlaşılmaktadır. Bu yapıların etkisi Andreev-Griffin varyasyon (Şekil 3c) ve dispersiyon (Şekil 3d) eğrilerinde görülmektedir. Andreev-Griffin varyasyon eğrisinde 8 ve 20 km'lerde bir minimuma karşılık, dispersiyon eğrisinde 5, 10, 22 ve 27 km'lerde maksimum değerler elde edilmiştir.

Profilin bu uzaklıkları grafikte taralı alanlarla gösterilmiştir. Her iki yöntemin çakışma gösterdiği profil aralığında hidrokarbon açısından ümitli bölgeler şeklinde yorumlayabiliriz. Her iki yöntemin birlikte değerlendirilmesi sonucu 7-9 ve 17-22 profil aralıkları NTG kesitlerinde de göz önünde tutulacak aralıklardır.

NTG kesitleri $N = 10, 15, 20, 25, 30$ ve 35 harmonikleri için hesaplanmıştır (Şekil 3e). Profilde orta kısımdaki yükselimin etkisi $N=10$ harmoniğinde iki maksimum arasındaki bir minimum bölge ile ortaya çıkmıştır. $N = 20$ harmoniğinde 7 km'de antiklinal karakterli bölge üzerinde ortaya çıkan karakteristik bir minimum tekil nokta, $N=25, N=30$ ve $N = 35$ harmoniklerinde de görülmektedir. Bölgede hazne içerebilecek karakterli bu yapının derinliği 1.5 km'dir. Profilin 27. km'sinde tüm harmoniklerde ortaya çıkan ve maksimum derinliği 2.5 km olan bir minimum tekil nokta görülmektedir. Bu özellikle yorumlanmış sismik kesitte antiklinal kanadındaki faya karşılık gelen bu yapının hazne karakterli olması düşünülebilir. Profilde 7-9 km arasında gözlenen ve Andreev-Griffin varyasyon ve dispersiyon eğrilerinde de hidrokarbon içerebilir alan olarak görülen bu kısım, profil içerisinde daha detay çalışmaların yapılmasını gerektiren alan olarak dikkati çekmektedir.

6. SONUÇLAR

Gravite alanı değerlerinin aşağı doğru analitik uzanımından elde edilen NTG değerleri, yeraltındaki

kapanların hidrokarbon içeriği hakkında direkt bilgi taşımaktadır. Fourier açılım katsayılarının hesabında Filon yöntemi kullanılarak, daha duyarlı sonuçlar elde edilmiştir. Hidrokarbon varlığından kaynaklanan yoğunluk değişimleri, NTG kesitlerinde iki maksimum kapanım arasında minimum kapanım oluşturmaktadır. Aynı zamanda da varyasyon ve dispersiyon eğrileri petrol gaz hazneleri üzerinde sırasıyla minimum ve maksimum değerler gösterirler. Her iki yöntem için uygun pencere ve örnekleme aralığı seçildiğinde, model yapıda haznesiz ve hazneli durumları için etkin bir şekilde cevap vermiştir. Pasinler havzasında doğu-batı yönünde ölçülen gravite verilerinden hesaplanan Bouguer anomalisine varyasyon, dispersiyon ve NTG yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen sonuçlar, hidrokarbon aramalarında bu yöntemlerin etkin olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu özellik, petrol ve gaz açısından ümitli bölgelerde alınacak gravite verilerine, birlikte uygulanacak her üç yöntemin hidrokarbon arama çalışmalarında ilk etap olarak kullanılabilir. Ayrıca bu yöntemlerin detaylı sismik çalışma ve kuyu yerlerinin tespit edilmesinde de yardımcı olacağı düşünülmektedir.

7. TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı katkılarından dolayı Azerbaycan Bilimler Akademisi, Jeoloji Enstitüsü, Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Fahrettin KADİROV'a, proje desteği sağlayan K.T.Ü., Araştırma Fonu Başkanlığı'na ve veri desteği sağlayan TPAO Genel Müdürlüğüne, teşekkür ederim.

8. KAYNAKLAR

Andreev, B. A. and Klushin, I. G. 1962. Geological Exploration of Gravity Anomalies 210p. Gostoptekhizdat, Leningrad. Russia.

Aydın A. 1997. Gravite Verilerinin Normalize Edilmiş Tam Gradyan, Varyasyon ve İstatistik Yöntemleri İle Hidrokarbon Açısından Değerlendirilmesi, Model Çalışmalar ve Hasankale-Horasan (Erzurum) Havzasına Uygulanması, 151 s. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Aydın, A., Sipahi, F., Karlı, H., Gelişli, K. and Kadırov, F. 1997a. "Interpretation of Magnetic Anomalies on Covered Fields Using Normalized Full Gradient Method" **International Geoscience**

Conference and Exhibition, 15-18 September 1997. Moscow, D3. 4 p.

Aydın, A., Gelişli, K. and Kadırov, F. 1997b. "The Evaluation of Gravity Anomalies in Terms of Hydrocarbon in Hasankale-Horasan Basin, Türkiye" **International Geophysical Conference & Exposition**, 7-10 July 1997. İstanbul, 249 s.

Aydın, A. 2000. "Evaluating Gravity and Magnetic Data by Normalized Full Gradient", **Azerbaijan International Geophysical Conference**, 19-21 October 2000. Bakü, 223.

Aydın, A., Kadırov A. and Kadırov, F. 2002a. "Interpretation of Anomalies Gravity-Magnetic Fields and Seismicity of Eastern Türkiye" **International Conference "Assessment of Seismic Hazard and Risk in the oil-Gas Bearing Areas" (100-anniversary of Shamakha Earthquake)**, Abstracts, October 28-30, Baku. 125 p.

Aydın, A., Karşlı, H. and Kadırov, F. 2002b. Interpretation of the Magnetic Anomalies on Covered Fields Using Normalized Full Gradient Method. *Geophysics News in Azerbaijan*, (1-2), 34-38.

Berezkin, V. M. 1973. Using in Oil-gas Exploration of Gravity Method. 210 p. Nedra, Moscow.

Berezkin, V. M. 1988. Method of The total Gradient in geophysical prospecting. 180 p. Nedra, Moscow.

Berezkin, V. M., Kirichek, M. A. and Kunarov, A. A. 1978. Application of Geophysical Methods for Directly Oil and Gas Exploration. 300 p. Nedra, Moscow.

Berezkin, V. M. and Filatov, V. G. 1992. The method and the technology for areal processing of gravimagnetic data. 110 p. Neftgeofizika, Moscow.

Davis, P. J. and Rabinowitz, P. 1989. Methods of Numerical Integration. 280 p. Academic Press, New York.

Griffin, W. R. 1949. "Residual Gravity in Theory and Practice" *Geophysics* 14, 39-58.

Lyatsky, H. V., Thurston, J. B., Brown, R. J. and Lyatsky, V. B. 1992. Hydrocarbon-Exploration Applications of Potential-Field Horizontal-Gradient Vector Maps, *Canadian Society of Exploration Geophysicists Recorder* 17, (9), 10-15.

Molovichko, A. K., Kostitsin, V. I. and Tarunina, O. L. 1989. Detailed Gravity Prospecting for oil and Gas 150 p. Nedra, Moscow.

Mudretsova, E. A., Varlamov, A. S., Filatov, V. G. and Komarova, G. M. 1979. The Interpretation of High Precision Data Over the Nonstructural Oil and Gas Reservoirs 250 p. Nedra, Moscow.

Mudretsova, E. A. 1984. The downward Continuation of Gravity and Magnetic Field Values Over Oil and Gas Reservoirs. *Prikladnaya Geofizika* 108, 59-77.

Pašteka, R. 2000. 2D Semi-Automated Interpretation Methods in Gravimetry and Magnetometry, *Acta Geologica Universitatis Comeniana*, 55, 5-50. Bratislava.

Pelin, S., Özsayar T., Gedik, İ. and Tokel, S. 1980. Geological Investigation of Pasinler (Erzurum) Basin for Oil. *MTA*, 729 25-40.

Strakhov, V. N., Grigoreva, O. M. and Lapina, M. I. 1977. Determination of Singular Points of two Dimensional Potential Fields, *Prikladnaya Geofizika* 85, 96-113.

Şaroğlu, F. and Güner, Y. 1981. Factors Effecting the Geomorphological Evolution of the Eastern Turkey: Relationships between Geomorphology, Tectonics and Volcanism. *TJK Bulletin* 24, 39-50.

Talwani, M., Worzel, J. L. and Landisman, M. 1959. Rapid Gravity Computations For Two-Dimensional Bodies With Application to the Mendocino Submarine Fracture Zone. *Journal of Geophysical Research* 64, 49-59.